

ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

DR. OTTO N. WITT.

Preis vierteljährlich 4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin, Dörnbergstrasse 7.

№ 682. Jeder Nachdruck aus dem Inhalt dieser Zeitschrift ist verboten. Jahrg. XIV. 6. 1902.

Ein Besuch der Arbeiten am Simplon-Tunnel.

Von Professor Dr. C. Koppe, Braunschweig.

(Schluss von Seite 69.)

Heiss schien die Mittagssonne des prächtigen Herbsttages, an dem ich von Brig zur Höhe des Simplon-Passes hinauffuhr, um auch der Südseite einen Besuch abzustatten. Meine Reisegefährten im offenen Postwagen waren zwei Mönche und ein junger Führer vom Berner Oberland, der am Tage zuvor auf dem Finsteraarhorn gewesen war und die drückende Schwüle der heissen Thalluft nun doppelt empfand. Alle drei kämpften vergeblich gegen die erschlaffende Hitze an und waren bald entschlummert, so dass ich Musse genug hatte, sie zu betrachten. Welch wunderbarer Gegensatz zwischen den aufgeschwemmten Gesichtern und schlaffen Mienen der einen und der muskulösen Gestalt, den wettergebräunten, scharfgeschnittenen Zügen des andern dieser gemeinsamen Kinder der Berge, die mit zunehmender Höhe immer grossartiger vor mir sich entfalteten. Im Norden die Spitzen und Gletscher des Berner Oberlandes, links das klobige Bitschhorn, in der Mitte das schimmernde Aletschhorn mit dem gewaltigen Gletscher gleichen Namens, rechts das Eggishorn mit der Bellalp und in der Ferne das Jungfraugebiet, das erst auf der Höhe beim Hotel Bellevue sichtbar wird. Da ich im Hotel trotz telegraphischer Anmeldung keinen Platz mehr fand, entschloss ich mich, im alten Simplon-Hospize zu übernachten. Auch hier war Alles besetzt, doch wies man mir freundlichst noch ein Bett an in einem riesigen Saale, der sonst nicht als Nachtquartier benutzt wurde. Bei der gemeinsamen Abendtafel waren die verschiedensten Nationen vertreten, von denen die aufgetragenen Speisen eine sehr ungleiche Würdigung fanden. Der gute italienische Landwein aber mundete Allen.

Am anderen Morgen begrüsste mich das herrlichste Wetter. Keine Wolke am Himmel, frische Luft und sonnige, blendende Schneeberge. Da man im allgemeinen nur eine Nacht im Simplon-Hospize Aufnahme findet, um dann wieder anderen Gästen Platz zu machen, so legte ich als Entschädigung für die gastliche Aufnahme nach dem üblichen Gebrauche eine entsprechende Gabe in den Opferstock der Hauscapelle und wanderte thalabwärts, beim alten Stockalper-Thurme vorbei dem Dorfe Simpeln zu, das vor anderthalb Jahren durch einen Berg- und Gletschersturz arg heimgesucht worden ist. Am 13. März 1901 in der Frühe gegen 6 Uhr lösten sich mächtige Felsmassen hoch oben am Berge über dem Rossbodengletscher, stürzten auf diesen, ihn theilweise zertrümmernd, und verschütteten

das Thal in einer Breite von mehreren hundert Metern mit Steintrümmern und Eismassen, die sich bis zur Höhe von 10 m über ihm und der Simplon-Strasse aufthürmten. Wald und Weiden wurden vernichtet, 30 Häuser und Ställe verschüttet und mit ihnen auch mehrere ihrer Bewohner. Das Dorf selbst, das etwa 1 km weiter abwärts liegt, blieb verschont, doch leidet es empfindlichen Schaden durch den Bergsturz, der heute noch die Simplon-Strasse auf eine beträchtliche Länge mit Felsblöcken, Eis- und Schuttmassen viele Meter hoch bedeckt. Die über die Trümmer hinweggeführte provisorische Poststrasse verändert sich fortwährend durch das Schmelzen des Eises, dessen Wasser sich zwischen und unter den Trümmern sehr bald einen Weg gebahnt hat, ohne zu einer Ueberschwemmung, die verhängnissvoll hätte werden können, Veranlassung zu geben. Das mit Schutt bedeckte Eis schmilzt immer langsamer, und es kann nach Aussage der Strassenarbeiter noch lange dauern, bis alles geschmolzen ist. Unablässig sind Arbeiter beschäftigt, grosse Löcher und Höhlen, die sich bilden, und in derem Grunde Eiswasserbäche herabstürzen, aufzufüllen und zu überbrücken. Die Postreisenden müssen an den gefährdeten Stellen aussteigen und diese zu Fuss passiren, wenn der schwere Wagen zu Einbrüchen Veranlassung geben könnte. Jenseits des Bergsturzes steht immer ein leerer Postwagen für alle Fälle bereit. Verkäufer von in den Felstrümmern gefundenen Mineralien, von Ansichtspostkarten, ferner Photographen und auch ein Maler mit seiner Staffelei belebten an dem herrlichen Sonntagsmorgen dieses merkwürdige Bild.

In Isella, am südlichen Ende des Simplon-Tunnels, herrschte am Nachmittage reges Leben. Eine Musikbande zog spielend durch das Oertchen und die Arbeiter-Ansiedelungen, die sich in der Nähe des Tunneleinganges gebildet haben mit allem malerischen Reiz und Schmutz eines echt italienischen Arbeiterdorfes. Auch dem Leiter der Bauunternehmung, Ingenieur Braudau, dessen durch üppigen Pflanzenwuchs halb versteckte, reizend gelegene Villa wie eine Oase in dieser Umgebung erscheint, wurde ein Ständchen gebracht. Er hat im letzten Jahre harte Arbeit gehabt und mit ihm alle seine Ingenieure und Arbeiter, denn die im Tunnel zu besiegenden Hindernisse waren nicht gering. Zuerst der Einbruch gewaltiger Wassermassen, drei- und viermal so gross als *in maximo* am St. Gotthard, wo dieselben schon so sehr hemmend auf den Fortschritt der Arbeiten einwirkten; sodann, nachdem diese Schwierigkeit glücklich überwunden war, zersetztes, druckreiches Gestein, dessen Durchfahrung noch weit schlimmere und empfindlichere Verzögerungen im Stollenvortriebe herbeiführte. Wie ein Blick auf die Tabelle II zeigt, welche die vierteljährlichen Fortschritte der Tunnelbohrung und die Menge des in den Tunnel einströmenden Wassers nachweist, war auf der Südseite des Simplons im vierten Quartal 1901 und im ersten Quartal 1902 der Fortschritt im Stollenvortrieb gegenüber den früheren Leistungen auffallend gering. Er betrug nur 31 m bezw. 15 m, d. h. im Laufe von 6 Monaten kaum den zwanzigsten Theil des seither erreichten mittleren Fortschrittes. Zu gleicher Zeit nimmt die in den Tunnel einströmende Wassermasse bedeutend zu.

Tabelle II.

Vierteljahr	Fortschritte der Tunnelbohrung					Wasserzudrang Liter pro Secunde	
	Nord m	Süd m	Summe m	Ganze Länge 19729 m durchbohrt m	Ganze Länge 19729 m Rest m	Nord	Süd
1898 IV.	333	76	409	409	19320	—	—
1899 I.	470	288	758	1167	18562	40	—
II.	490	331	821	1988	17741	43	—
III.	544	438	982	2970	16759	65	—
IV.	463	433	896	3866	15863	40	—
1900 I.	470	426	896	4762	14967	49	—
II.	482	400	882	5644	14085	85	—
III.	483	376	859	6503	13226	98	—
IV.	384	380	764	7267	12462	99	1
1901 I.	574	462	1036	8303	11426	111	2
II.	502	367	869	9172	10557	111	215
III.	538	420	958	10130	9599	116	390
IV.	602	31	633	10763	8966	93	874
1902 I.	549	15	564	11327	8402	79	840
II.	533	343	876	12203	7526	64	880
III.	471	575	1046	13249	6480	68	1120*)

Nahezu 4 km war man in den Berg hineingedrungen bei fast vollständiger Trockenheit des durchfahrenen Gesteines. Nur in der Nähe des dritten Kilometers hatte man einzelne, schwach tropfende Quellen angetroffen, deren Temperatur 32° C. betrug; dann aber waren auf eine weitere Länge von etwa 1 km keine wasserführenden Schichten angebohrt worden, so dass man hoffen durfte, bei zunehmender Tiefe im Innern des Berges von starkem Wasserandrange verschont zu bleiben. Die fast vollständige Trockenheit des durchbohrten Felsgesteines, eines sehr harten Gneisses, ist um so auffallender, als derselbe sich nach allen Richtungen von zahlreichen feinen Rissen durchsetzt zeigte, die das Eindringen des Wassers begünstigen mussten, so dass die fast vollständige Abwesenheit

*) Ende September 1902 wurde auf der Südseite im Simplon-Tunnel eine neue Bestimmung der einströmenden Wassermassen mit Hilfe des Woltmannschen Flügels vorgenommen. Die hierdurch erhaltenen Resultate sind um 23 Procent grösser als die durch Benutzung von Schwimmern, welche seither verwendet worden, erzielten Werthe. Die früheren Zahlenangaben sind daher um diesen Betrag zu vergrössern.

desselben auf eine solch grosse Länge für die Geologen eine merkwürdige und schwer zu erklärende Erscheinung bildet. Dann aber änderten sich die Verhältnisse mit einem Schlage vollständig. Vom Kilometer 3,8 an wurden in demselben harten Antigorio-Gneiss mächtige Wasseradern angeschlagen, auf eine Länge von einigen hundert Metern mehr als 40 Quellen, die gewaltige Wassermassen in den Tunnel ergossen und zwar von stark gipshaltigem Wasser, bevor man noch mit der Bohrung in die Schichten von kalkhaltigem Glimmerschiefer gelangt war, welche auf den Antigorio-Gneiss folgen. Nach den von den Geologen angestellten Berechnungen und aufgestellten Profilen sollte dieser Schichtenwechsel erst beim fünften bis sechsten Kilometer angetroffen werden*); man erreichte ihn aber mit dem Stollenvortriebe bereits beim Kilometer 4,3 vom Portale des Richtungsstollens, das als Ausgang der Längenzählung dient. Zugleich zeigte sich, dass die Kalkschichten dem Gneisse nicht nur über-, sondern auch untergelagert sind, so dass diese Formationen eine wesentlich andere Gestaltung haben, als von den Geologen nach dem Zutagetreten derselben seither angenommen worden war.

Abb. 73.

Der starke Wasserandrang begann beim Kilometer 3,8 und erstreckte sich bis zum Kilometer 4,4, d. i. auf eine Stollenlänge von 600 m, von denen noch 500 m im harten Gneiss liegen. Da das Wasser gipshaltig ist, so kann der Ursprung dieser Quellen nicht im Gneissgebiet liegen, dem sie entströmen, sondern das Wasser muss die auf diesen folgenden kalkhaltigen Glimmerschiefer-Schichten berührt haben und erst nach Durchströmen derselben in den Gneiss gelangt sein. Anfänglich zeigten die Quellen beim Kilometer 3,8 eine Temperatur von 30°, dieselbe nahm aber beim weiteren Vordringen in das Felsmassiv mehr und mehr ab, betrug beim Kilometer 4 nur noch 25°, beim Kilometer 4,2 nur 20° und beim Kilometer 4,4, woselbst die stärkste Wasserader angebohrt wurde, sogar nur noch 15°. Auch behielten die einzelnen Quellen ihre ursprüngliche Temperatur auf die Dauer nicht unverändert bei, sondern kühlten sich im Laufe von einigen Monaten um mehrere Grade ab, während gleichzeitig ihr Gehalt an Gips stellenweise stark zunahm.

Wie sind diese Erscheinungen, welche so merkwürdige und überraschende Vorgänge im Innern des Gebirges aufdecken, zu erklären? Woher stammt das in so grosse Tiefen gelangende Wasser? Welche Ursachen bedingen die Abnahme der Quellentemperatur, die Veränderungen ihrer Wärme und ihres Gipsgehaltes? Alles Fragen, welche sowohl die Wissenschaft, wie auch die Bauunternehmung vom praktischen Standpunkte aus in hohem Maasse interessiren.

Beim ersten Blicke auf eine Karte des Simplon-Gebietes liegt der Gedanke nahe, einen über dem Tunnel befindlichen kleinen Alpensee, den Avino-See, als Ursprung des in den Tunnel gelangenden Wassers in Frage zu ziehen. Aber abgesehen davon, dass derselbe 1600 m über dem Stollenvortrieb liegt und 2,5 km in horizontaler Richtung von ihm entfernt ist, zeigte eine Untersuchung seines Bodens, dass dieser aus gänzlich undurchlässigen Schichten besteht; zudem müsste sich der kleine See bereits längst vollständig entleert haben, wenn ihm so viel Wasser, wie den Tunnelquellen entströmte, entzogen worden wäre, während im Gegentheil sein Wasserstand keine merklichen Veränderungen aufweist. Der Avino-See kann daher nicht der Ursprung der Wassereinbrüche in den Tunnel sein.

Etwas südlich von Isella, zwischen diesem und dem Dorfe Varzo, ergiesst sich ein von den Höhen oberhalb des Tunnels herabkommender Bergbach, die Cairasca, in die Diveria. Die Wahrscheinlichkeit lag nahe, dass die Wassereinbrüche in den Tunnel diesem Bergbache entstammten. Untersuchungen in dieser Richtung führten aber gleichfalls zu einem negativen Ergebnisse, denn nachdem man an einer geeigneten Stelle das Wasser des Baches durch Einführen einer grossen Menge von Fluoresceïn gefärbt hatte, würde sich diese Färbung auch im Tunnelwasser haben zeigen müssen, wenn dasselbe der Cairasca entströmte; aber nicht der geringste Einfluss hat sich trotz der aufmerksamsten Beobachtung und Anwendung

*) Vergl. den beigefügten Schnitt durch die Achse des Simplon-Tunnels, Abb. 73.

sehr empfindlicher Prüfungsmethoden nachweisen lassen. Die Cairasca erscheint daher als Ursprung der Tunnelwässer ebenfalls ausgeschlossen. Dieselben müssen sich somit, da keine weiteren oberirdischen Seen oder Bäche in Betracht kommen können, in einem gewaltigen unterirdischen Reservoire angesammelt haben, das durch die atmosphärischen Niederschläge, die Schneeschmelze etc. gespeist wird und nun nach Anbohren seiner vielfach verzweigten Wasseradern einen Abfluss in den Tunnel gefunden hat. Die Geologen erklären die Entstehung desselben auf folgendem Wege: Tagewasser dringen durch Einsickern in die feinen Risse und Spalten des Gebirges ein, erwärmen sich beim Hinabsinken in grössere Tiefen, werden dadurch leichter und steigen dann in dem oben kälteren Wasser wieder empor. Auf solche Weise bilden sich im Innern des Gebirges auf- und abwärts gerichtete Strömungen, die nach und nach die Risse und Spalten erweitern, theils durch die mechanische Arbeit, theils durch Auflösen von Kalktheilchen etc. Mit der Zeit gelangen sie in immer grössere Tiefen. Diese Erosion hat seit undenklichen Zeiten unaufhörlich stattgefunden, mit zunehmender Tiefe und Erwärmung an Kraft und auflösender Wirkung ebenfalls mehr und mehr zugenommen und so zur Ausarbeitung eines ungeheuren Systems von im Berge verzweigten Wasseradern geführt, deren unvermuthetes Dasein im Innern des Gesteinsmassives durch die Tunnelbohrung nun zu Tage tritt. Die durch diese veranlasste Entleerung des unterirdischen Wasserreservoirs hat nachweisbar zum Versiegen von Quellen geführt, die in der Höhe von 700 m über dem Tunnel auf der Alpe Nembro entsprangen; bis zur gleichen Höhe muss somit die Wasseransammlung im Berge gereicht haben, und mit gewaltigem Drucke brachen daher die Wassermassen in den Tunnel ein, als das Reservoir in der Tiefe angebohrt wurde. Der hierdurch geschaffene Abfluss ist grösser, als der Zufluss aus den atmosphärischen Niederschlägen; das Niveau der angesammelten Wassermassen wird somit mehr und mehr sinken müssen. Das kalte Tagewasser stürzt daher direct zu immer grösseren Tiefen hinab und wirkt durch seine geringere Temperatur abkühlend auf die weiter unten befindlichen Wassermassen, woraus sich die allmähliche Wärmeabnahme der Quellen im Tunnel erklärt. Wie weit die Entleerung der Wasseransammlungen im Innern des Simplon-Massives bereits vorgerückt ist, ob sich das Reservoir nach und nach vollständig entleeren wird, ob die Tagewasser mehr und mehr direct zum Tunnel gelangen werden, oder ob mit der Zeit eine Art Gleichgewichtszustand zwischen Zu- und Abfluss eintreten wird, müssen spätere Beobachtungen lehren. Das Vorhandensein der zwei oben erwähnten Strömungen, einer aufsteigenden warmen und einer absteigenden kalten, tritt in dem Auftreten wärmerer und kälterer Quellen, oft in geringer Entfernung von einander, deutlich zu Tage; dabei muss der Kalkgehalt des Wassers grösser oder geringer ausfallen je nach dem Wege, den dasselbe im Innern des Berges genommen hat, wodurch die beobachteten Wechsel in Bezug auf Wärme und Kalkgehalt der Quellen eine ausreichende Erklärung finden. Weitere Aufschlüsse werden die ferneren Beobachtungen und Studien der Geologen ergeben, welche diese Erscheinungen am Simplon mit steigendem Interesse in ihrer Gesammtheit verfolgen; ist doch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die erodirende Thätigkeit des Wassers im Innern der Erde, analog wie eine solche durch die Wassereinbrüche am Simplon zu Tage tritt, in noch weit grössere Tiefen der Erde hinabreicht als dort, denn theoretisch findet dieselbe erst dann eine Grenze ihrer Wirksamkeit, wenn die Gesteinstemperatur und damit auch zugleich die Wärme des Wassers den Siedepunkt erreicht, vorausgesetzt naturgemäss, dass die Felsschichten aus einem ihr günstigen Materiale bestehen. In Wirklichkeit wird dies mit zunehmender Tiefe immer seltener der Fall sein.*)

Nach dem Urtheile des Tunnel-Geologen Professor Dr. H. Schardt, der in einem Berichte (*Rapport sur les venues d'eau rencontrées dans le tunnel du Simplon du côté d'Iselle,* Lausanne 1902) diese Erscheinungen eingehend behandelt, bilden dieselben „eine der schönsten Beobachtungen, welche die Wissenschaft zu verzeichnen hat“. „Allerdings auf Kosten der Unternehmung“ hätte er billigerweise hinzufügen dürfen.

Für diese traten nach glücklicher Ueberwindung der Wasserschwierigkeiten noch weit empfindlichere Verzögerungen des Stollenvortriebes ein, als dieser gegen Ende des Jahres 1901 in stark zersetzten und so druckreichen Glimmerschiefer gelangte, dass schon nach dem Vordringen von nur wenigen Metern in diese weichen Gebirgsmassen der stärkste Holzeinbau durch die gewaltige Pressung verschoben und zerdrückt wurde. Der Stollenvortrieb musste zeitweilig ganz eingestellt werden, um zunächst durch Einziehen eines widerstandsfähigeren eisernen Einbaues den kurzen Stollen in der Druckpartie hinreichend zu sichern und damit die Möglichkeit eines weiteren Vordringens in die weichen und druckreichen Gebirgsschichten zu erhalten. Mehr als einen ganzen Monat hatte man nöthig, um nur 10 m Stollenlänge mit einer eisernen Panzerung aus Doppel-I-Eisen zu versehen, die in Ge-

*) Jedenfalls aber werden nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern der Erde Strömungen des eingedrungenen Wassers, mechanische und auflösende Wirkungen desselben und damit Zerstörungen stattfinden, die noch wenig Beachtung gefunden haben, weil sie sich dem Auge fast vollständig entziehen.

stalt von rechteckigen Rahmen von 2,5 m lichter Weite und 2,8 m Höhe quer zur Achse des Stollens an Ort und Stelle zusammengefügt und reihenweise aufgebaut wurden. Dann erst konnte man den weiteren Stollenvortrieb wieder in Angriff nehmen, aber nur mit der äussersten Vorsicht, indem man das Stollenprofil auf nur 1 m Breite und 1,4 m Höhe verkleinerte und erst nach hinreichender Versteifung und Sicherung dieses kleinen Stollens die eisernen Rahmen für das Profil des Hauptstollens einbaute. Die Eisenpanzerung wurde noch im festen Gestein begonnen, um sichere Stützpunkte zu erhalten, und streckenweise geschlossen durchgeführt. Als der Gebirgsdruck nachliess, konnte man zwischen den einzelnen Eisenrahmen einige Decimeter Zwischenraum lassen und diese mit rasch anziehendem Cement schliessen, mit dem auch alle Lücken zwischen Felswand und Rahmen ausgefüllt wurden, um so eine allseitig geschlossene, thunlichst widerstandsfähige Tunnelröhre zu erstellen. Endlich, am 20. Mai, nachdem man im Hauptstollen mehr als 70 eiserne Rahmen eingebaut hatte, konnte mit der Maschinenbohrung wieder begonnen werden. Volle sechs Monate hindurch hatte nur von Hand gearbeitet werden müssen, und in einem ganzen Vierteljahre, d. h. in den Monaten December, Januar und Februar, war man in Summa nur um 4 m vorgerückt, solche enormen Schwierigkeiten hatte der Einbau zur Ueberwindung des Gebirgsdruckes verursacht. Das Zurückbleiben des Stollenvortriebes auf der Südseite des Simplon-Tunnels ist hiernach wohl erklärlich und nicht die Schuld der Unternehmung. Im Gegentheil! Die Ingenieure der Schweiz nicht nur, sondern die gesammten Techniker, welche einen Einblick in diese Arbeiten haben, zollen der Bauunternehmung des Simplon-Tunnels die ungetheilte und vollste Anerkennung für das, was dieselbe trotz aller unerwartet grossen Schwierigkeiten seither geleistet hat. Der contractlich festgesetzte Termin für die Fertigstellung des 20 km langen Simplon-Tunnels wird allerdings in Folge vorgenannter Hindernisse und Verzögerungen wohl kaum genau innegehalten werden können.*) Selbst wenn die Bohrung fernerhin ganz regelmässig fortschreitet, dürfte die Eröffnung der Bahnlinie um mehrere Monate später in Aussicht zu nehmen sein. Die Stadt Mailand, welche zum gleichen Zeitpunkte eine Gewerbe- und Industrie-Ausstellung geplant hatte, sah sich daher veranlasst, diese um ein Jahr weiter hinauszuschieben und sie für 1905 zur Feier des Simplon-Durchstiches vorzubereiten. Bis dahin werden dann auch jedenfalls die Zufahrtslinien und der internationale Bahnhof in Domodossola fertiggestellt sein, an denen mit Macht gearbeitet wird. Auf der ganzen Strecke von Isella bis zum Thale des Toce liegt die südliche Zufahrtslinie zum Simplon-Tunnel fast immer in unmittelbarer Nähe der von Napoleon I. erbauten ersten Alpenstrasse, die seither den Postverkehr über den Simplon-Pass vermittelt hat. Unmittelbar unterhalb der südlichen Ausmündung des 20 km langen Simplon-Durchstiches folgt ein 2 km langer Tunnel und auf diesen ein mehr als 3 km langer Spiraltunnel, der die Cairasca oberhalb Varzo unterfährt. Die weitere Strecke bis Domodossola liegt dann meist an offener Berglehne.

Von Isella bis unterhalb Varzo bildet die nähere Umgebung der Poststrasse zur Zeit gleichsam ein einziges grosses Ansiedelungsgebiet und Lager italienischer Arbeiter mit all den bunten Zuthaten und reizvollen Scenen charakteristischer Art, die man wohl selten in solcher Fülle und Ausdehnung wie gegenwärtig im Thale der Diveria zu beobachten Gelegenheit haben wird. Wer dieselben geniessen will, muss sich allerdings durch zerfahrene Strassen, Staubmassen u. s. w. nicht anfechten lassen. Varzo selbst hat eine prächtige Lage, und unvergleichlich schön ist dort der Frühling mit seiner frischen, üppigen Vegetation. [8449]

*) Im südlichen Stollen des Simplon-Tunnels hat man vor kurzem beim Kilometer 5,327 das Ende der gefährlichen Kalk-Glimmerschiefer-Schichten glücklich erreicht, so dass die Bohrung nunmehr beiderseits im festen Gneisse des Monte Leone-Massivs angelangt ist.

Eine Förderrinne.

Mit zwei Abbildungen.

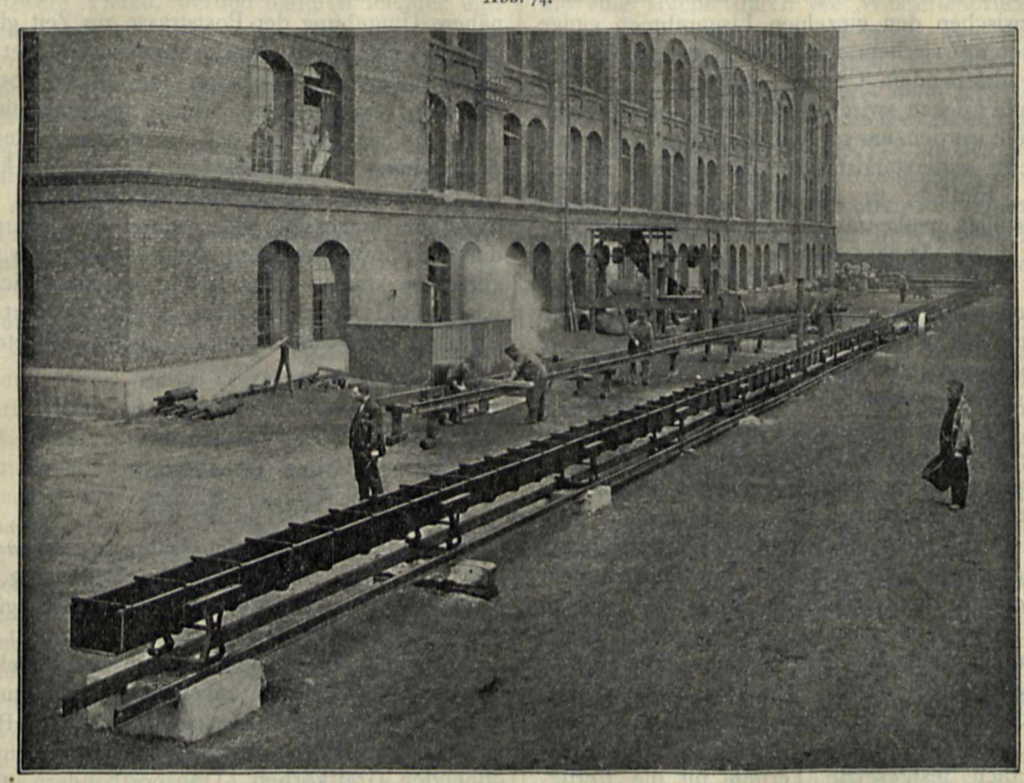
Es ist bei verschiedenen Anlässen im *Prometheus* auf die hohe wirthschaftliche Bedeutung der mechanischen Beförderung von Massengütern hingewiesen worden. Die Technik hat für diesen Zweck die mannigfachsten, den jeweiligen örtlichen Verhältnissen angepassten Einrichtungen mit gewissen typischen Einzelheiten, z. B. mit Paternosterwerken, sich selbstthätig schliessenden und öffnenden Greifkörben, Transportbändern u. dgl. mehr, hergestellt, deren schon viele im *Prometheus* beschrieben worden sind. Die Firma G. Luther in Braunschweig, bekannt durch die im *Prometheus* Nr. 154—156 (III. Jahrg.) eingehend besprochene Ausführung der Donauregulirung am Eisernen Thor, hat die Zahl der Fördergeräthe durch eine nach dem „Patent Marcus“ hergestellte Förderrinne von eigenartiger Wirkungsweise vermehrt.

Die Abbildung 74 veranschaulicht eine solche Förderanlage. Die aus Blech mit vollständig glatten Innenflächen hergestellte Förderrinne wird von beweglichen Rollenstützen getragen, die auf einer Bahn aus U-Eisen stehen. Durch ein etwa in ihrer Längenmitte angebrachtes Triebwerk wird sie in Hin- und Her-Bewegung versetzt, bei welcher die Rollenstützen mit ihren kreisbogenförmig abgerundeten Enden sich mit den unteren Enden auf den Schienen abrollen und

auf den oberen Enden die Förderrinne sich derart abrollen lassen, dass die Rinne stets parallel dem tragenden Gleis bleibt. Die Bewegung ist jedoch keine gleichmässige und darf es nicht sein, sie muss vielmehr eine Art Wurfbewegung sein, die in der Förderrichtung schnell unterbrochen wird, worauf die Förderwirkung überhaupt beruht.

Wir wollen versuchen, diese Bewegungsweise an dem Diagramm, Abbildung 75, zu erläutern. Im Punkt *A* liegt die Welle, die mittels Riemenübertragung von einer Betriebsmaschine gedreht wird. Die Kurbel *AE* dreht sich daher mit gleichförmiger Geschwindigkeit um *A*, während *dfe* und *egd* in der gleichen Zeit erklärt. Die Förderung vollzieht sich in der Richtung von *a* nach *c*. Befindet sich der Kreuzkopf in der am weitesten zurückgezogenen Stellung bei *a*, so beginnt die Vorwärtsbewegung der Rinne und das Aufrichten der Rollstützen mit beschleunigter Geschwindigkeit, die dann am grössten ist, wenn die Rollstützen aus der senkrechten Stellung nach vorne sich neigen; da dann die Bewegung schnell abnimmt, so bewegt sich das Fördergut in der Rinne in Folge des Beharrungsvermögens weiter, es „schiesst über“, und Versuche haben gezeigt, dass in der ersten Periode des

Abb. 74.



Förderrinne Patent Marcus, horizontal auf Rollen laufend.

eine zweite Kurbel *BC* dies nicht thun kann, weil durch das Verbindungsstück *EC* der Punkt *C* zwangsläufig einen Kreis beschreibt, dessen Mittelpunkt *B* seitlich von *A* liegt. In Folge dessen muss *C* den sehr viel längeren Weg *dge* in derselben Zeit durchlaufen, als den viel kürzeren Weg *efd*, auf dem längeren Weg sich also mit einer viel grösseren Geschwindigkeit bewegen. Diese Bewegung wird durch die Pleuelstange *CD* auf den Kreuzkopf *D* übertragen, der mit der Förderrinne fest verbunden ist und deshalb dieser die gleiche Bewegung ertheilt. Der Kreuzkopf bewegt sich zwischen den Hubgrenzen *a* und *c* mit der durch das Schnelligkeitsdiagramm *abcba* bezeichneten Geschwindigkeit, die sich aus dem Durchlaufen der verschieden langen Kreisbogen Rückganges die ganze Hublänge des Fördergutes abgeworfen wird. Es werden Leistungen von 30 bis 150 t in der Stunde bei der geringen Betriebskraft von 4 bis 25 PS erreicht.

Die Länge der Rinne ist von dem Querschnitt derselben abhängig, und es ist kein Hinderungsgrund vorhanden, die Rinne so lang zu machen, wie es der aufzuwendenden Betriebskraft entspricht.

Die Förderrinnen dienen zum Transportiren von Kohlen, Erzen, Sand, Kartoffeln, Getreide, Rüben u. dgl. Das Fördergut wird an dem der Förderrichtung entgegengesetzten Ende der Rinne oder an beliebiger Stelle aufgegeben und mit jeder Hin- und Her-Bewegung um etwa die Weglänge dieser Bewegung weiter befördert, bis es

aus der Rinne austritt. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Triebkurbel hängt von der Art des Fördergutes ab und schwankt zwischen 60 und 100 Umdrehungen in der Minute. r. [8435]

Die Wasserschutzbauten Ungarns.

Von Professor Karl Sajó.

Ungarn ist in Folge seiner geographischen Lage grossen Ueberschwemmungen unterworfen. Im Westen, Norden und Osten ist es von Gebirgen umgeben, welche ihre Gewässer in die ungarische Ebene giessen, wo die raschen Fluthen sich plötzlich verlangsamen müssen und somit Stauungen unvermeidlich sind. In einem Getreidelande *par excellence,* wie es Ungarn ist, müssen die Ueberschwemmungen natürlich fürchterliche Verheerungen anrichten, um so mehr, als auch die meisten Ortschaften, sogar grosse Städte, in Folge der vollkommenen Ebenheit der Centralgebiete des Landes nicht auf Hügeln, sondern in der Ebene liegen und somit den Ueberschwemmungen ebenso ausgesetzt sind wie die Aecker und Wiesen.

Abb. 75.

Besonders seit dem Ueberhandnehmen des Getreidebaues, also seit etwa 50 Jahren, musste in Ungarn der Wunsch, die Saaten vor dem feuchten Elemente zu schützen, immer reger werden. Vor der Revolution 1848/49 bestand der grössere Theil der ungarischen Ebene aus Viehweiden, weil eben diese das längere Lagern der Wassermengen der austretenden Flüsse ohne grösseren Schaden zu ertragen vermochten. Als aber das wachsende Eisenbahnnetz die Getreideausfuhr in immer höherem Grade ermöglichte, mussten die Schutzdämme in die Reihe der nothwendigsten gemeinnützigen Vorrichtungen treten. Und thatsächlich datiren die wichtigeren Arbeiten dieser Art eigentlich erst von der Mitte des eben abgelaufenen Jahrhunderts. Eine potenzirte Thätigkeit ist aber erst seit 1867 zu verzeichnen, als nämlich Ungarn selbständig geworden war und eine eigene Regierung bekommen hatte.

Es dürfte vielen Kreisen, die sich für solche gemeinnützigen Arbeiten interessiren, nicht ganz gleichgültig sein, zu erfahren, dass es heute kein anderes Land der Erde giebt, in welchem die Wasserschutzbauten zu einer solchen Ausdehnung und zu einer solchen Wichtigkeit gelangt sind, wie in Ungarn.

Wir wollen einige Vergleiche aufführen. Die ältesten namhaften Schutzbauten gegen Ueberschwemmungen befinden sich im Thale des Po im nördlichen Italien. Von den in diesem Flusssystem zur Ausführung gelangten Schutzbauten können nur diejenigen, welche sich auf der Strecke zwischen den Nebenflüssen Ticino und Tanaro befinden, mit den ungarischen verglichen werden. Die Länge der Dämme in diesem Abschnitte des Po beläuft sich auf 514 km und das Schutzgebiet besitzt einen Umfang von 324000 ha.

Die nächstgrössten Dammbauten Europas finden wir in Frankreich, im Thale der Loire: die dortigen Dämme haben eine Gesammtlänge von 483 km und das Schutzgebiet eine Ausdehnung von 95000 ha.

Die holländischen Wasserbauten haben mit Recht eine nie bestrittene Weltberühmtheit erlangt, da sie nicht bloss gegen die Uebergriffe der Flüsse, sondern auch gegen die Macht des Meeres dienen und ausser den Dämmen auch grossartige Pumpvorrichtungen und Abzugscanäle aufweisen. Die gesammte cultivirte Erdfläche Hollands misst jedoch nur rund 2500000 ha und ist bedeutend kleiner als die durch Dämme geschützten und canalisirten Gelände Ungarns bloss im Donau- und Theissthale.

In Russland und in Amerika giebt es wohl grössere Inundationsgebiete und Sümpfe, deren Wasserverhältnisse jedoch heutzutage noch unvollkommen oder gar nicht geregelt sind.

Ungarn besitzt heute im Donaugebiete 1083000 ha, im Theissthale hingegen 2103000 ha, insgesammt also 3186000 ha vor Ueberschwemmungen künstlich geschützte Gelände; und die Schutzdämme repräsentiren eine Gesammtlänge von 5519 km, wovon auf das Donauthal 2267 km, auf das Theissthal 3252 km entfallen.

Es giebt allerdings noch einige vor Ueberschwemmungen nicht geschützte Gebiete, deren Gesammtareal jedoch 171000 ha nicht übersteigt. Man kann demnach sagen, dass in Ungarn der grösste Theil der ursprünglichen

Inundationsgebiete durch Dämme geschützt ist, so dass die in dieses Fach gehörigen Arbeiten der Zukunft hauptsächlich auf die Vervollkommnung der bereits vorhandenen Schutzbauten zu richten sein werden.

Jedenfalls ist es merkwürdig, dass ein Land, welches bis in die jüngste Zeit in Folge misslicher Constellationen kaum in der Lage war, der Wohlthaten einer höheren intensiven Cultur theilhaftig zu werden (die Vertheidigungskämpfe gegen die Türken und die theilweise Occupation Ungarns durch die osmanische Macht dauerten allein mehrere Jahrhunderte), seit 1867 auch auf diesem technischen Gebiete einer so riesigen und heute thatsächlich ohnegleichen dastehenden Entwickelung fähig war. Noch viel merkwürdiger ist jedoch, dass der grösste Theil dieser Arbeiten nicht auf Staatskosten, sondern auf Kosten der Grundbesitzer selbst — auf Grund ihres eigenen freien Entschlusses — durchgeführt worden ist. Man kann mit einigem Rechte sagen, dass so ausgedehnte Wasserschutzbauten mit einer so geringen Inanspruchnahme der Staatscasse bisher nirgends auf dieser Erde zu Stande gekommen sind. Wenn man bedenkt, dass der Privatreichthum der Bewohner Ungarns mit dem der seit Jahrhunderten günstiger gestellten civilisirten Länder Europas kaum zu vergleichen ist, und dass die Preise der landwirthschaftlichen Rohproducte in Ungarn seit Jahrzehnten zu den denkbar schlechtesten gehören, so muss wohl zugegeben werden, dass die Opferwilligkeit der Bewohner den Fortschritten der Hydrotechnik gegenüber eine interessante psychologische Erscheinung bildet.

Die interessirten Grundbesitzer haben sich zu Wasserschutz-Gesellschaften (Dammverbänden) vereinigt und tragen die Kosten je nach dem Grade, in welchem ihre Grundstücke durch Ueberschwemmung mehr oder minder gefährdet sind, ferner je nach der Qualität des Bodens. Im Donauthale bildeten sich 28, im Theissthale 42 solche Gesellschaften. Ausser jenen Schutzbauten, welche diesen Gesellschaften angehören, giebt es jedoch auch noch andere, welche theils Eigenthum von Privatpersonen sind, theils die durch Inundation gefährdeten Gemeinden und Städte schützen. Die dem letzteren Zwecke dienenden Bauten sind Ringdämme und ihre Aufsicht ist dem ungarischen Ackerbau-Ministerium unmittelbar zugewiesen. Die jährlichen Auslagen der Wasserschutz-Gesellschaften beliefen sich im Jahre 1901 auf etwa 21 Millionen Kronen (über 17 Millionen Mark). Sie erfordern also von den Interessenten keine geringen Opfer.

Zu den Einrichtungen, welche die Wirkung der Schutzbauten steigern und vollkommener machen, gehören in erster Linie die Pumpanlagen, welche zur Entfernung des Binnenwassers dienen und deren Zahl neuestens stetig wächst. Im Donauthale befinden sich deren 27, im Theissthale 56, zusammen also 83, welche mit einer Gesammtenergie von 4600 Pferdekräften zu arbeiten im Stande sind. Ihre Anlagekosten betrugen über 9 Millionen Kronen ($7\frac{1}{2}$ Millionen Mark). Sie heben per Secunde 110 cbm Wasser; das würde einen Fluss repräsentiren, welcher zweimal so gross wäre, wie die Elbe bei Dresden oder die Seine bei Paris bei kleinstem Wasserstande. Die Pumpanlagen werden sich in der nächsten Zukunft voraussichtlich noch bedeutend vermehren, weil im Kreise der Interessenten die Ueberzeugung immer mehr Wurzel fasst, dass ohne Pumpwerke der durch Dämme gebotene Schutz nur unvollkommen sein kann. Die zum Schöpfen der Binnengewässer bestimmten Pumpwerke bilden eine Specialität der ungarischen Maschinenindustrie und sind zu einer Vollkommenheit gelangt, die zur Zeit vielleicht nirgends ihresgleichen hat.

Bei räumlich ausgedehnten Institutionen, die zur Abwehr von Gefahren bestimmt sind, ist die rasche geistige Communication eins der Haupterfordernisse. Bei den ungarischen Unternehmungen dieser Art ist denn auch die Telephonverbindung zu ihrem verdienten Rechte gelangt. Die Telephonlinien der ungarischen Wasserschutz-Gesellschaften haben sich im Donauthale bereits zu einer Länge von 2045 km, im Theissthale zu einer solchen von 3289 km entwickelt; ihre Gesammtlänge beläuft sich also auf 5334 km.

Es gilt nun die am meisten gefährdeten Stellen der Dämme, wo am leichtesten Durchbrüche — die Ursachen so vieler Katastrophen — geschehen können, zu ermitteln. Viele solche Stellen bezw. Strecken sind bereits mittels Stein- oder Ziegelbekleidung widerstandsfähiger gemacht worden. Diese gefährlichen Stellen entstehen nicht nur dadurch, dass die Stürme die Wogenbrandungen dort concentriren, sondern — namentlich im Donauthale — auch durch die wellenbildende Thätigkeit der Dampfschiffe. Im Theissthale sind bisher in einer Gesammtlänge von 91 km, im Donauthale in einer Länge von 14 km solche Ueberkleidungen vorgenommen worden. Da man ferner die Erfahrung gemacht hat, dass der Wagenverkehr auf den Schutzdämmen zur Festigung der letzteren in nicht geringem Maasse beiträgt, weil der Druck der Fuhrwerke die Dammerde fester macht und auch den Schädigungen minirender Thiere zu steuern vermag, werden neuestens die Dämme als Fahrstrassen dem öffentlichen Verkehre überlassen.

Eine überaus grosse Zukunft hat in Ungarn, in Folge der günstigen hydrographischen Verhältnisse, das Flussschiffahrtswesen. Thatsächlich sind hier Flussstrecken von nicht

weniger als 4000 km Gesammtlänge als natürliche Wasserstrassen für den Schiffsverkehr prädestinirt. In dieser Hinsicht behauptet also Ungarn in Europa die dritte Stelle, indem nur das Deutsche Reich und Russland mehr natürliche Flussfahrstrassen besitzen. Es wird die Aufgabe der nächsten Zukunft sein, diese von der Natur gebotenen Vortheile durch entsprechende Regulirungen vollkommen brauchbar zu machen. Schon heute fällt beinahe $^1/_4$ des Waarenverkehrs in Ungarn der Flussschiffahrt und nur etwa $^3/_4$ den Eisenbahnen zu, obwohl die Länge der Eisenbahnlinien 17 000 km, die Länge der zur Zeit mittels Dampfer ständig fahrbaren Flussstrecken hingegen nur rund 2500 km beträgt. Die bezüglichen Regulirungen sind auch dem Wasserschutzwesen überaus förderlich, weil dadurch die Eisstauungen, die Ursachen so vieler Ueberschwemmungen, bedeutend vermindert werden. Im Jahre 1895 hat das ungarische Parlament bereits 102 Millionen Kronen (85 Millionen Mark) für diese Zwecke bewilligt, womit jedoch auch das am dringendsten Nöthige noch bei weitem nicht ausführbar ist.

Ebenso sind noch riesige Arbeiten im Interesse der schiffbaren Wassercanäle für die Zukunft vorbehalten. Zunächst wäre die Donau mit der Theiss bei Budapest, ferner die Donau mit der Save bei Vukovár durch künstliche Canäle zu verbinden. Durch den ersteren Canal könnte man den Wasserweg um 600 km, durch den letzteren um 400 km abkürzen.

In Folge der für das Land so wichtigen Wasserbautechnik ist schon jetzt ein bedeutender Bestand an technischen Fachkräften vorhanden, die theils im Staatsdienste, theils im Dienste der Wasserschutz- und anderer für Wasserbauzwecke gebildeten Gesellschaften stehen. Die staatlichen Hydrotechniker sind — das Cultur-ingenieur-Amt mit inbegriffen — dem ungarischen Ackerbau-Ministerium zugetheilt. Dieses Personal besteht aus einem Ministerialrathe, 8 ministerialen Sectionsräthen, 23 technischen Räthen, 40 Ober-Ingenieuren, 40 Ingenieuren und 60 Hilfs-Ingenieuren, insgesammt also aus 172 Ingenieuren*). Ausserdem sind aber bei den Wasserschutz-Gesellschaften noch zahlreiche nicht staatliche Ingenieure angestellt. Diesem Bestande ist eine entsprechende Menge von Wasserbaumeistern untergeordnet. Bloss bei den Schutzbauten dienen ausserdem noch ständig 143 Dammaufseher und 930 Dammwächter. Für den grösseren Theil des Personals der letzteren zwei Kategorien sind definitive Wohnhäuser bei den Dämmen selbst errichtet worden. Leiter sämmtlicher öffentlichen Wasserbau-Arbeiten ist seit dem Jahre 1890 Ministerialrath Eugen von Kvassay, der seiner Zeit das ungarische Cultur-Ingenieuramt geschaffen hat.

Hinsichtlich des beinahe fieberhaften Strebens, die Errungenschaften der modernen Wissenschaften und besonders der technischen Fächer praktisch im Gebrauch zu nehmen und hierdurch das in Folge misslicher politischer Verhältnisse der vergangenen Jahrhunderte Versäumte nachzuholen, kann Ungarn heute nur mit dem Japanischen Reiche einigermaassen verglichen werden. Thatsächlich datiren die bezüglichen ungarischen Culturbestrebungen grösstentheils erst seit dem Jahre 1867. Allerdings sind mit einem so raschen Fortschritt verhältnissmässig riesige finanzielle Opfer unvermeidlich verbunden und so manche Familien haben dabei verhängnissvolle pecuniäre Erschütterungen erlitten. Diese Wunden, die zum grossen Theile durch den mit elementarer Gewalt erwachten Culturdrang verursacht wurden, ist die nächste, consolidirtere Zukunft zu heilen berufen. [8425]

*) In diese Zahl sind nur die Ingenieure aufgenommen. (Auch die Sectionsräthe und der Ministerialrath sind Ingenieure.) Ausser diesen technischen Fachleuten giebt es bei diesem Dienste auch noch andere Beamte, die keine Hydrotechniker sind.

Schwer verständliche Frucht- und Samenformen.

Von Carus Sterne.

Mit elf Abbildungen.

„Ueber Rosen lässt sich dichten, — In die Aepfel muss man beissen!“, so oder ähnlich lautete früher die Philosophie der Blumen- und Fruchtformen. Aber mit der reifenden Erkenntniss, dass in den Dingen ein Selbstzweck liegt, wird die Fragesucht des „Ursachenthiers“ immer weiter gespornt; das „Warum?“ und „Wozu?“ ertönt allen Erscheinungen gegenüber, deren Endzweck nicht ganz deutlich vor uns ausgeprägt liegt, aus allen Ecken und Enden. Den gelassenen Weltweisen früherer Zeiten waren die Fruchtdecken der Pflanzen bei aller Mannigfaltigkeit ihrer Formen doch nichts weiter als die Schutzhüllen, Mäntel und Höschen der jungen Samen, denen sie als Schutz vor Wind und Wetter, Kälte, Nässe und Sonnenbrand dienen sollten. Rabelais hat das in seinem *Pantagruel* (II, 8) sehr wohl ausgeführt, indem er sagt:

„Seht nur, wie die Natur — die doch die Bäume, Sträucher und Zoophyten, die sie erschaffen hat, auch erhalten will, so dass die Gattungen bleiben, wenn schon die Individuen vergehen — seht nur, sage ich, wie die Natur die Keime und den Samen dieser Gewächse, auf denen ihre Erhaltung beruht, auf ganz eigenthümliche Weise bewaffnet! Sehr zweckmässig versieht und schützt sie dieselben mit Hülsen,

Schoten, Schalen, Rinden, Gehäusen, Wollverpackung oder Stacheln, die ihnen als schöne, starke, natürliche Panzerhosen dienen müssen. Am deutlichsten kann man dies an den Bohnen, Erbsen, Nüssen und Pfirsichen, an der Baumwollpflanze, den Koloquinten, dem Getreide, dem Mohn, den Citronen, Kastanien und anderen dergleichen Pflanzen beobachten, wo der Same augenscheinlich weit sorgfältiger bedeckt, verwahrt und geschützt ist, als irgend ein anderer Theil."

Allein man kommt mit dieser alten Teleologie, so gut sie sich anhört, nicht eben weit, denn viele Bedeckungen der Samen sind, weit davon entfernt, sie zu beschützen und vor jedem Angriff zu vertheidigen, vielmehr dazu angethan, Thiere zum Angriff herbeizulocken. Dies erkennt man zunächst an den Früchten mit süssem oder sonst wohlschmeckendem Fruchtfleisch, die dann noch obendrein mit leuchtenden gelben, orangerothen und scharlachrothen — seltener blauen — Farben prangen, um sich schon aus einiger Entfernung lebhaft von dem grünen Laube abzuheben. Hierbei ist indessen der Nutzen der anlockenden Hülle immer noch unschwer zu durchschauen, und wir gelangen zu der Erkenntniss, dass die Fruchthülle meist den Zwecken der Weiterverbreitung der Samen angepasst ist, während die Samen sich schon selbst durch mechanisch und chemisch widerstandsfähige Samenhüllen gegen die gewöhnlichen Unbilden schützen.

Namentlich bei Bäumen und Sträuchern ist es für die Arterhaltung überaus werthvoll, dass ihre Nachkommenschaft durch äussere Gewalten möglichst weit vom Mutterstamm weggetragen oder verschleppt werde, weil die unmittelbar daran niederfallenden Samen sehr wenig Aussicht haben, aufzukommen. Jeder, der mit aufmerksamen Augen im Walde oder Parke spaziert, wird im Frühjahr unter den noch laublosen oder eben belaubten Bäumen eine Menge Keimpflanzen entdecken, die er im nächsten Herbste nicht mehr am Leben findet; es waren die Keimlinge der bei ruhiger Luft niedergefallenen Samen, die der Schatten der Mutter getödtet hat. Dies mag ein Grund dafür sein, dass die essbaren Früchte, welche Vögel und Kletterthiere anlocken, mehr an Bäumen und Sträuchern wachsen, als an niederen Pflanzen, die im Winter vergehen, denn die Samen dieser letzteren Pflanzen können unmittelbar auf dem Grabe der Mutterpflanze keimen. Immerhin ist es auch für sie von Werth, ihre Samen möglichst weit zu verbreiten, aber sie brauchen nicht zu dem verzweifelten Mittel greifen, ihre Samen den Thieren anzubieten und sie im Nothfall mit verschlingen zu lassen, so dass sie vor der Keimung den Magen des Thieres passiren müssen, welches zu ihrer Verbreitung beiträgt.

Die Samen der Obstfrüchte sind meist mit so zähen, pergamentartigen, für Flüssigkeiten nur sehr langsam durchdringbaren Häuten oder Steingehäusen (wie Kirschen und Pflaumen) versehen, dass sie selbst dann, wenn sie nicht weggeworfen werden, sondern den Magen passiren müssen, in ihrer Keimfähigkeit nicht leiden; ja, manche von ihnen keimen überhaupt nicht gut, wenn ihre Gehäuse nicht vorher durch den Magensaft eines Thieres erweicht worden sind. So ist es in manchen Gegenden üblich, die Früchte des Weissdorns, aus deren Samen man Hecken ziehen will, erst von Hühnern fressen zu lassen, um in deren Koth gut keimende Samen zu erlangen. Da die Verbreiter der Samen meist Vögel sind, so kommt diesem Ausstreuungswege der Umstand zu gute, dass die Vögel keine Zähne haben, um die Samen zu zerbeissen; der reibenden Kraft des Magens entgehen sie. Allerdings giebt es unter Vögeln und Säugethieren auch samenfressende Arten, und solche Früchte, die sehr grosse und wohlschmeckende Samen enthalten, wie z. B. Hasel- und Wallnüsse, pflegen nicht durch lebhaft gefärbte oder wohlschmeckende Hüllen ihr Dasein im Laube zu verrathen. Von einigen Thieren werden sie trotzdem gefunden, und diese sorgen dann wider ihren Willen durch Verschleppen, Fortrollenlassen, Sammeln und Vergessen der Verstecke für die Verbreitung.

In manchen Fällen sind aber die Samen selbst sehr lebhaft gefärbt, und Früchte, welche solche Samen enthalten, öffnen sich sogar schliesslich von selbst, um die Pracht zu zeigen; sie sehen dann manchmal wie räthselhafte Blumen aus, z. B. die Früchte unseres Pfaffenhütchens *(Evonymus europaea)*, die nach dem Aufbrechen einer rosa- bis purpurrothen Blume gleichen, in deren Zipfeln die orangegelben Samen liegen. Solche lebhaft gefärbten Samen, die sich auf einem zierlich geformten Präsentirteller darbieten, sind fast immer mit einem Samenmantel *(Arillus)* oder Kamm versehen, der für viele Thiere eine besondere Delicatesse bildet und von ihnen abgefressen werden darf, ohne dass die Keimfähigkeit der Samen darunter leidet. Die Wirkungsweise dieses Anziehungsmittels wird besonders gut durch die weite Verbreitung des Muscatnussbaumes über die Sunda-Inseln bis nach Neu-Guinea erläutert. Die ungeniessbare Fruchtschale desselben springt nämlich von selbst auf und zeigt dann die glänzend schwarze Muscatnuss mit ihrem scharlachrothen Samenmantel (die sogenannte Muscatblüthe). Diese Nüsse werden von grossen fruchtfressenden Tauben verschlungen, welche nur den Samenmantel verdauen, die Samen selbst aber über weite Gebiete verstreuen. Auch die Samen des früher in diesen Blättern*) geschilderten „Baumes der Reisenden" *(Ravenala)* haben für denselben Zweck einen prachtvoll lasurblauen Mantel. Auch manche kleinere Samen bieten

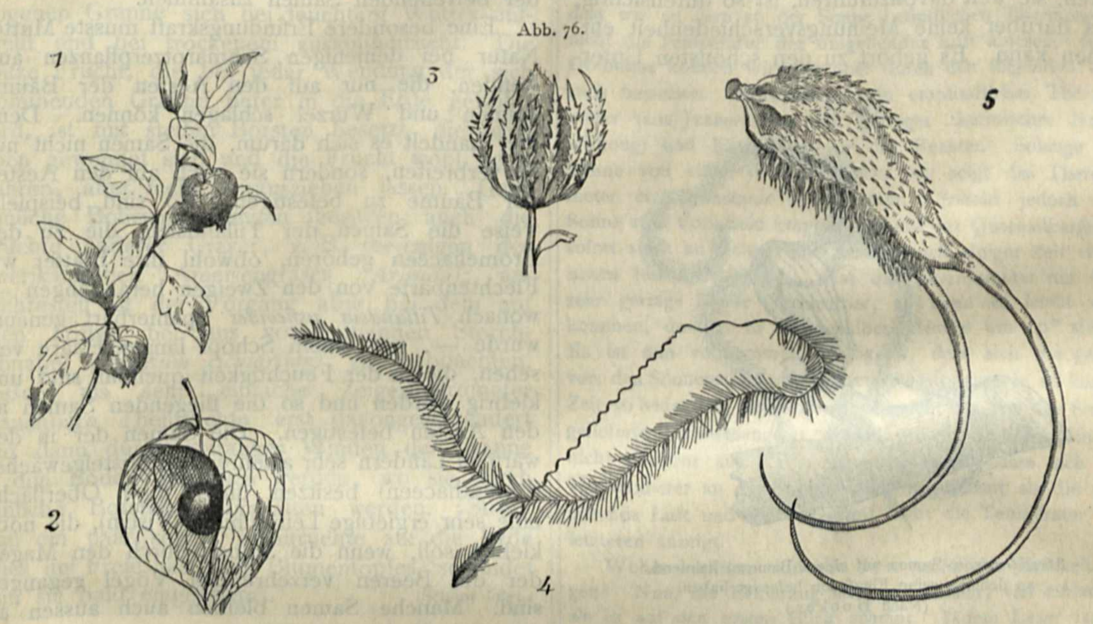
*) IX. Jahrgang, S. 513 ff.

essbare Kämme, z. B. diejenigen unseres Schöllkrauts *(Chelidonium majus)*, und werden dieserhalb weithin von den Ameisen verschleppt.

So leicht verständlich die Absicht — im naturpersonificirenden Sinne gesagt — solcher lebhaften Färbungen bei Früchten und Samen ist, so giebt es doch auch unter ihnen sehr räthselhafte und vorläufig schwer verständliche Fälle — bis eines Tages der Oedipus kommt, der diese Räthsel löst. Gegenüber einigen (für den Menschen wenigstens) stark giftigen, aber lebhaft anlockend gefärbten Früchten versteigt sich Wallace zu der Annahme, sie könnten Vögel und andere Thiere, die sich daran wagen, tödten und so ihren Samen in deren Leichen eine wohlgedüngte Keimstätte verschaffen. Diese Lösung erscheint mir etwas gewaltsam, und ich möchte eher glauben, dass solche Früchte, wie die Tollkirschen, diejenigen der Nachtschatten-Arten und ähnlicher Pflanzen, eben für diejenigen Thiere, die sie verzehren, nicht giftig sind. Einige sehr lebhaft siegellackroth gefärbte und mit einem schwarzen Nabelfleck versehene Samen, die ausserdem wie polirt glänzen, wie z. B. die der Paternoster-Erbse *(Abrus precatorius)*, die man zu Halsbändern, Rosenkränzen und an Muschelkästchen verarbeitet, sind in ihrer Pracht ganz unverständlich. Sie wollen offenbar gesehen werden, denn die Hülsen öffnen sich freiwillig, und sie besitzen auch ein gutes Verbreitungsmittel, denn die genannte kletternde Leguminose kommt fast in den Tropen aller Erdtheile vor, aber das „Wie" ist dunkel, da die Samen keine Nahrungstheile enthalten, sehr hart sind und ein heftiges Wundengift einschliessen. Wallace meint, sie würden vielleicht ihrer Schönheit wegen von unerfahrenen Vögeln gefressen und gingen unverdaut wieder ab; andere Naturdeuter meinten, sie würden wohl von den Vögeln mit einem sehr ähnlich aussehenden kleinen Käfer *(Artemis circumusta)* verwechselt; da aber in Südamerika noch mehrere Leguminosen mit scharlachrothen Samen vorkommen, wie z. B. *Adenanthera pavonina*, so liegt es vielleicht näher, zu denken, dass eine von ihnen nahrhafte Theile in ihren Samen enthält und von den anderen nachgeahmt wird.

Auch die Ursachen, warum die Koloquinte ihre gallenbittere Frucht in einen citronengelben Mantel kleidet und warum die Judenkirsche (*Physalis Alkekengi*, Abb. 76, Fig. 1 u. 2) und ihre Verwandten ihre Beeren mit einem prächtig mennigrothen Ballon umhüllen, der durch Auswachsen des anfangs unscheinbar kleinen, grünen Blüthenkelches entsteht, sind unklar. Die sehr verlockend aussehende, glänzend mennigrothe, einer Süsskirsche ähnliche Frucht hängt in einer weiten, crinolineartigen, aber an der Spitze beinahe geschlossenen rothen Prachtrobe, worauf sich die Volksnamen „Kirsche im Hemde", „Amor im Käfig" und „Laternenblume" — weil die Früchte rothen chinesischen Papierlaternen ähnlich werden — beziehen. Warum die „Winterkirschen" sammt ihrer sie vollkommen den Blicken entziehenden sehr bitteren Hülle so verlockend aussehen, ist bis jetzt durchaus unklar; bei der verwandten, zuweilen in unseren Gärten gezogenen Ananaskirsche *(Physalis peruviana)* ist die ebenso verhüllte Frucht viel schmackhafter als bei unserer Judenkirsche, deren Hülle im Winter verwittert und dann nur noch einen Schleier um die Frucht bildet. Der abgeblühte Kopf und Fruchtstand einer unserer

Abb. 76.

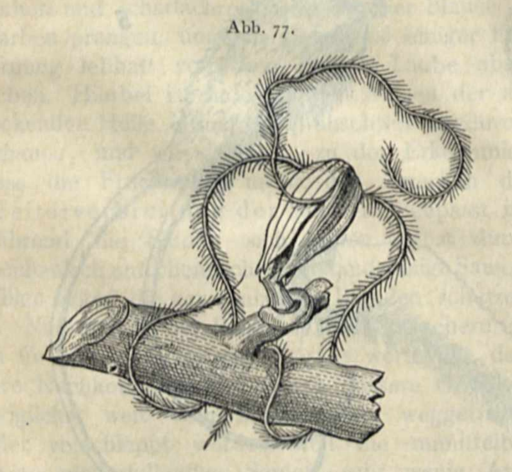


1 Judenkirsche. *2* Geöffneter Fruchtbeutel derselben. *3* Fruchtstand von *Atractylis cancellata*. *4* Frucht des Federgrases mit gefiederter Granne. *5* Frucht von *Martynia proboscidea*.

Eberwurz verwandten südeuropäischen Distel (*Atractylis cancellata,* Abb. 76, Fig. 3) umgiebt sich mit einem weniger dicht geschlossenen Käfig aus erhärtenden dornigen Hüllblättern, der vielleicht verhindert, dass die mit Federkronen versehenen Früchte allzufrüh davonfliegen.

Die durch Schleudervorrichtungen weit von dem Standorte der Mutterpflanze fortgetriebenen*) und die mit Flugorganen verschiedenster Art (Flügel, Segel, Haarbüschel, Haarkronen, Fallschirme, Federn, Ballons, Fäden u. s. w.) versehenen Früchte oder Samen gehören zu denen, die am wenigsten einer Erläuterung bedürfen. Der Vortheil für eine Frucht, langsam und von der Luft getragen, gleichsam mit Umwegen zu fallen und damit dem Winde Gelegenheit zu bieten, sie weit davonzuführen, ist so durchsichtig, dass darüber keine Meinungsverschiedenheit entstehen kann. Es gehört zu den schönsten Unterhaltungen des Herbstes, den eleganten Schraubenflügen der Linden-, Ahorn-, Birken-, Eschen- und so vieler anderer einseitig geflügelter Früchte und Samen in ruhiger Luft mit dem Blicke zu folgen, oder dem Fluge der mit Fallschirmen und Federkronen versehenen Früchte und Samen im leichten Winde nachzuschauen. Steht man an einem Abhange im Schatten, während die über den Berg segelnden Silberkronen in der Sonne schimmern, so hat der Anblick etwas Sylphenhaftes. Bei Distelfrüchten, die nicht so fest an ihrer Silberkrone festsitzen, sieht man hier und da eine Frucht von dem Luftschiff sich lösen und wie Ikarus hinabsinken. Windfrüchte und Windsamen bedürfen natürlich ebensowenig schöner Farben wie die Windblumen, die ihren Blumenstaub von der Luft zugetragen bekommen, und es ist daher ein Räthsel, wenn ausnahmsweise eine Frucht, welche Windsamen enthält, eine anlockende Farbe entwickelt, wie der im *Prometheus* XIII. Jahrg., S. 276 ff. erwähnte Sodomsapfel. Vielleicht liegt jedoch ein kleiner Nutzen für diese Pflanze darin, dass das lockende Aussehen der Frucht Thiere und Menschen veranlasst, sie irrthümlicherweise abzupflücken, zu zerdrücken und wegzuwerfen, wodurch die Samen befreit und dem Winde preisgegeben werden. Dass die manchen Samen nicht als Schutz und Wärmehülle, sondern als Flugmittel mitgegebene Samenwolle und Samenseide in manchen Früchten, wie z. B. denen der Baumwollstaude, in so grossen Massen auftritt, dass sie als Spinnmaterial verwendet werden kann, hängt in der Regel mit der grösseren Schwere der betreffenden Samen zusammen.

Abb. 77.



Myzodendron-Samen auf einem Baumast keimend, an den ihn seine Flugfäden befestigt haben. (Nach Hooker.)

Eine besondere Erfindungskraft musste Mutter Natur bei denjenigen Schmarotzerpflanzen aufwenden, die nur auf den Aesten der Bäume keimen und Wurzel schlagen können. Denn hier handelt es sich darum, die Samen nicht nur zu verbreiten, sondern sie auch auf den Aesten der Bäume zu befestigen. So sind beispielsweise die Samen der Tillandsien, die zu den Bromeliaceen gehören, obwohl ihre Blätter wie Flechtenbärte von den Zweigen herabhängen — wonach *Tillandsia usneoides* Spanierbart genannt wurde —, mit einem Schopf langer Haare versehen, die in der Feuchtigkeit quellbar sind und klebrig werden und so die fliegenden Samen an den Aesten befestigen. Die Samen der in den warmen Ländern sehr artenreichen Mistelgewächse (Loranthaceen) besitzen unter ihrer Oberfläche eine sehr ergiebige Leimschicht (Viscin), die noch kleben soll, wenn die Samen durch den Magen der die Beeren verzehrenden Vögel gegangen sind. Manche Samen bleiben auch aussen an den Schnäbeln der Vögel sitzen und werden dann an den Aesten abgewetzt, wie auch die Samen der Seerosen durch ihre Klebrigkeit an den Schnäbeln der Wasserhühner sitzen bleiben und dadurch verbreitet werden sollen. Bei *Myzodendron,* einer zwischen Loranthaceen und Santalaceen in der Mitte stehenden Pflanzengattung, deren Arten in Südchile und Feuerland auf Buchen und anderen Bäumen schmarotzen und in Chile *Barba de anjel* genannt werden, wachsen aus der reifenden Frucht nach Sir Joseph Hooker drei haarige Borsten von mehreren Zoll Länge hervor, die den Samen im Winde weitertragen und ihn, wenn er auf einen Baumast fällt, dort befestigen (Abb. 77). Zugleich haben bei den Mistelgewächsen und ihren Verwandten, deren Samen in der eben geschilderten Weise oder mit dem Koth der Vögel oder durch Abwetzen der Schnäbel an Baumäste gelangen, die Keimlinge den ihnen sonst allgemein zukommenden Geotropismus, d. h. das Wachsthum in der Richtung des Erdradius, verloren, und dem Würzelchen ist

*) Vgl. *Prometheus* Nr. 378 u. 379 (VIII. Jahrgang): „Artillerie im Pflanzenreich."

nur ein negativer Heliotropismus, d. h. die Neigung, sich immer nach dem dunkelsten Orte zu wenden, verblieben. Für das Einbohren des Würzelchens bei Samen, die seitlich oder unten an einem Aste hängen blieben, ist dieser Verlust des Geotropismus natürlich sehr wichtig.

Bei vielen Früchten und Samen spielen auch hygroskopische Eigenschaften eine nicht auf den ersten Blick verständliche Rolle. So sind die Früchte des Federgrases (*Stipa pennata*, Abb. 76, Fig. 4) mit einer langen, oben in einer Federfahne endigenden Granne versehen, mittels welcher sie vom Winde fortgeführt werden. Nach längerer oder kürzerer Fahrt auf den Boden gefallen, gräbt sich die spitze Frucht von selbst in die Erde, weil der pfropfenzieherartig gewundene untere Theil der oben knieförmig gebogenen Granne sich bei feuchtem Wetter aufdreht und bei trockenem zusammenzieht. Die spitze Frucht, die bei jeder Wendung der sich stemmenden Granne tiefer in die Erde gebohrt wird, ist mit steifen Borsten besetzt, die nach oben gewendet sind und die Frucht wohl tiefer bohren, aber nicht herausziehen lassen. Ganz ähnliche Bohrvorrichtungen besitzen auch die Früchte anderer Gräser, z. B. diejenigen des amerikanischen Ameisengrases (*Aristida*); am leichtesten ist der Vorgang aber bei dem auf allen Triften bei uns vorkommenden Storchschnabel (*Erodium cicutarium*) zu beobachten, dessen als sehr einfache Zeigerhygrometer brauchbare Theilfrüchte erst davongeschleudert und dann durch spiraliges Winden der Granne in den Boden getrieben werden, wo sie durch ähnliche Borsten festgehalten werden. Streut man ein paar solche Theilfrüchte auf die Erde eines ins Freie gestellten Blumentopfes, so findet man sie bald eingepflanzt. (Schluss folgt.)

RUNDSCHAU.

(Nachdruck verboten.)

Wenn man im Sommer Jemand nach der Temperatur fragt, so erhält man meistens zur Antwort: So und so viel Grad sind es im Schatten, und so und so viel in der Sonne. Diese Unterscheidung erscheint auch auf den ersten Blick vollkommen richtig; das Thermometer zeigt ja an der Sonne einen viel höheren Stand als im Schatten, und wenn wir aus dem Schatten an die Sonne heraustreten, so haben wir auch sofort das Gefühl, uns in einer Umgebung von höherer Temperatur zu befinden. Folglich — so schliesst man bewusst oder unbewusst — herrscht an der Sonne eine bedeutend höhere Temperatur als im Schatten, und diese Temperatur können wir an dem an die Sonne gehängten Thermometer ablesen.

Dieser scheinbar selbstverständliche Schluss ist jedoch ein Trugschluss. Wir können uns vielmehr leicht überzeugen, dass die Temperatur, die uns das an der Sonne hängende Thermometer anzeigt, keineswegs die der umgebenden Luft ist und dass sie auch mit der Temperatur von anderen an der Sonne befindlichen Körpern durchaus nicht übereinstimmt. Vor allem können wir leicht erkennen, dass die Temperatur, die uns das Thermometer an der Sonne anzeigt, von einer Menge von Nebenumständen abhängig ist. Um uns davon zu überzeugen, hängen wir zwei in ihrer äusseren Form nicht ganz gleiche Thermometer neben einander an die Sonne: obgleich beide Instrumente genau richtig sind, zeigen sie doch in der Mehrzahl der Fälle eine verschiedene Temperatur an, während ihre Angaben im Schatten stets genau übereinstimmen. So zeigt im allgemeinen ein Thermometer, dessen Kugel stark mit Staub bedeckt ist, eine höhere Temperatur als eines mit blanker Kugel; wird die Kugel durch momentanes Hineinhalten in eine Kerzenflamme berusst, so steigt der Quecksilberfaden noch höher und ergiebt gegenüber dem Thermometer mit blanker Kugel oft eine Differenz von 10—15° C. Auch die Form des Thermometers, die Farbe und das Material des Brettchens mit der Scala haben auf die Angaben des Instrumentes Einfluss. Alle diese Erscheinungen deuten darauf hin, dass wir an dem an der Sonne befindlichen Thermometer nicht die Temperatur der umgebenden Luft ablesen. Ganz zweifellos können wir dies aber durch den folgenden Versuch beweisen. Wir nehmen ein empfindliches Thermometer (aus Jenaer Glas mit geringer thermischer Nachwirkung) und hängen es vor das Fenster. Solange die Sonne von einer Wolke bedeckt ist, zeigt das Thermometer eine constante Temperatur. Sobald jedoch die Sonne zum Vorschein kommt, beginnt der Quecksilberfaden sofort stark zu steigen und nimmt nach einiger Zeit einen neuen festen Stand ein. Hat das Thermometer nur eine sehr geringe Masse Quecksilber, so kann es leicht vorkommen, dass es in einer halben Minute um 10° steigt. Es ist nun vollkommen unmöglich, dass sich die ganze von den Sonnenstrahlen durchsetzte Luftmasse in so kurzer Zeit so bedeutend erwärmt; dazu reicht die von der Sonne gelieferte Wärmemenge (1,763 cal. pro cm^2 in einer Minute) nicht entfernt aus. Wir erkennen somit, dass sich das Thermometer an der Sonne schneller erwärmt als die umgebende Luft und dass es somit nicht die Temperatur der letzteren anzeigt.

Woher kommen nun alle diese auffälligen Erscheinungen? Nun, die Erklärung ist ganz einfach, viel einfacher als es auf den ersten Blick scheint. Jedem Leser ist es gewiss bekannt, dass sich die Wärme auf verschiedene Arten fortpflanzt: man unterscheidet die Fortpflanzung durch Leitung, durch Strahlung und durch Strömungen innerhalb des erwärmten Körpers. Eine an einem Ende ins Feuer gehaltene Eisenstange erwärmt sich am anderen Ende: man sagt, die Wärme ist durch die Stange geleitet worden. Stellen wir uns in die Nähe des heissen Ofens, so empfinden wir Wärme: in diesem Falle sagt man, der Ofen strahlt Wärme aus. Die dritte Art, wie sich die Wärme verbreitet, können wir erkennen, wenn wir Wasser in einem Glasgefäss über einer Flamme erhitzen. Durch die Flamme werden zunächst nur die untersten Schichten des Wassers erwärmt; diese dehnen sich aus, werden dadurch specifisch leichter und steigen an die Oberfläche; an ihre Stelle tritt anderes, kaltes Wasser und der Vorgang beginnt von neuem. Auf diese Weise erwärmt sich die ganze Wassermenge durch innere Strömungen. Diese Art der Wärmeausbreitung ist natürlich nur in Flüssigkeiten und Gasen möglich, da in festen Körpern keine Strömungen erfolgen können; wir wollen von ihr als einer rein mechanischen Erscheinung hier ganz absehen und nur die Wärmeleitung und die Wärmestrahlung betrachten.

Die ganze Unterscheidung zwischen Leitung und Strahlung mag vielleicht auf den ersten Blick etwas un-

nöthig erscheinen; bei näherer Betrachtung ergeben sich aber so zahlreiche und wichtige Unterschiede, dass wir sagen müssen, wir haben es hier mit zwei in ihrem innersten Wesen ganz verschiedenen Arten der Wärmemittheilung zu thun. Einer der wichtigsten Unterschiede ist die Geschwindigkeit der Fortpflanzung. Bei der Wärmeleitung ist dieselbe ziemlich klein; es dauert einige Minuten, bis eine an einem Ende ins Feuer gehaltene Eisenstange am anderen Ende warm wird. Ausserdem ist die Geschwindigkeit der Fortpflanzung in verschiedenen Stoffen ganz verschieden. In einem Kupferstab verbreitet sich die Wärme schneller als in einem Eisenstab, in einem Glasstab dagegen so langsam, dass selbst nach stundenlangem Erwärmen des einen Endes das andere ganz kalt bleibt. Bekanntlich nennt man aus diesem Grunde die Metalle gute Leiter der Wärme, während Glas als schlechter Wärmeleiter bezeichnet wird. Ausser von der Natur des Leiters ist die Geschwindigkeit auch von dessen Gestalt abhängig, doch lässt sich diese Abhängigkeit nicht in einfacher Form angeben.

Ganz anders verhält sich die strahlende Wärme. In der Nähe des heissen Ofens spüren wir die Wärme im selben Momente, wo wir hintreten. Es scheint danach, als ob sich die strahlende Wärme momentan in ihrer Umgebung verbreite. Man kann jedoch auf anderen Wegen erkennen, dass dem nicht so ist; auch die Wärmestrahlung braucht zu ihrer Ausbreitung Zeit, aber ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist ungeheuer gross, nämlich 300 000 km pro Secunde; sie ist ebenso gross wie die Geschwindigkeit des Lichtes. Auch die Ausbreitungsgeschwindigkeit der strahlenden Wärme ist in verschiedenen Medien verschieden, aber gerade in den schlechtesten Leitern (den Gasen) ist sie am grössten. In jedem Medium ist jedoch die Geschwindigkeit der strahlenden Wärme absolut constant, während bei der geleiteten Wärme, wie erwähnt, noch andere Umstände von Einfluss sind.

Der zweite und wichtigste Unterschied zwischen Wärmeeitung und -Strahlung besteht jedoch in Folgendem. Die geleitete Wärme verbreitet sich in einem Körper in der Weise, dass ein Theilchen nach dem anderen Wärme aufnimmt und dadurch seine Temperatur erhöht. Von dem erwärmten Theilchen wird wieder die Nachbarschaft erwärmt, und so schreitet die Wärme im Körper vorwärts. Wenn wir einen Stab an einem Ende erhitzen, so kann das andere Ende erst dann warm werden, wenn sich der ganze dazwischenliegende Stab bereits erwärmt hat. Es ist unmöglich, dass der Stab in irgend einem Punkte kälter ist als an dem nicht erhitzten Ende; wäre dies der Fall, so würde keine Wärme mehr an das nicht erhitzte Ende geleitet werden, sondern sie würde im Gegentheil von dort gegen den kalten Punkt inmitten des Stabes zurückströmen.

Im Gegensatze dazu kann die strahlende Wärme ein kaltes Medium durchdringen, ohne es zu erwärmen. Man kann sich davon leicht durch einen Versuch überzeugen. Hält man ein Thermometer in die Nähe des Ofens, so zeigt es eine höhere Temperatur. Wenn man nun das Thermometer nicht direct der strahlenden Wärme aussetzt, sondern es in eine Glasflasche einschliesst, so steigt das Thermometer trotzdem, während sich die Flasche selbst nur äusserst schwach erwärmt. Da Glas und Luft sehr schlechte Leiter der Wärme sind, muss auch in diesem Falle die Wärme durch Strahlung zum Thermometer gedrungen sein; es ist somit durch den beschriebenen Versuch bewiesen, dass die strahlende Wärme das Glas durchdringen kann, ohne es zu erwärmen. Aehnlich wie Glas verhalten sich auch zahlreiche andere Körper; man nennt solche Körper wärmedurchlässig oder diatherman. Im Gegensatz dazu heissen die Körper, die die Wärmestrahlen nicht durchlassen, wärmeundurchlässig oder atherman. Diatherman sind alle Gase, die meisten durchsichtigen Flüssigkeiten und einige feste Körper, wie Glas und besonders Steinsalz. Atherman sind ausser einer Anzahl von Flüssigkeiten alle undurchsichtigen festen Körper, z. B. Metalle, Holz, Stein etc. Wenn nun Wärmestrahlen auf einen solchen Körper fallen, so können zwei Fälle eintreten: entweder die Wärmestrahlen werden wie von einem Spiegel zurückgeworfen, oder sie werden von dem Körper ganz oder theilweise verschluckt (absorbirt). Im letzteren Falle dringt die absorbirte Wärme in den Körper ein und erwärmt ihn. Ob von der auf einen Körper auffallenden strahlenden Wärme ein grösserer oder kleinerer Theil absorbirt wird, das hängt von der Substanz desselben und von der Beschaffenheit seiner Oberfläche ab. Im allgemeinen verhalten sich die Körper gegen die Wärmestrahlen ebenso wie gegen die Lichtstrahlen. Eine spiegelnde Metallfläche, die das Licht beinahe ungeschwächt zurückwirft, absorbirt auch nur sehr wenig von den Wärmestrahlen. Eine polirte Silberplatte z. B. absorbirt etwa 2—8 Procent*) der auf sie fallenden Wärmestrahlen: man sagt, ihr Absorptionscoefficient ist 0,02—0,08. Je rauher die Oberfläche eines Körpers ist, desto mehr absorbirt er die strahlende Wärme. Fein vertheilte schwarze Körper, die das Licht fast vollständig absorbiren (sie erscheinen eben deshalb schwarz), verhalten sich auch ebenso gegen die strahlende Wärme. Von allen bekannten Körpern besitzt der Russ den grössten Absorptionscoefficienten für Wärmestrahlen, er verschluckt beinahe alle auf ihn fallende strahlende Wärme.

Nachdem wir nun mit den Eigenschaften der strahlenden Wärme und mit dem Verhalten der Körper ihr gegenüber einigermaassen bekannt geworden sind, wird es uns nicht schwer fallen, die Erklärung für alle die merkwürdigen Erscheinungen zu finden, die wir vorhin besprochen haben. Die Wärme, die wir von der Sonne erhalten, kann natürlich nur durch Strahlung zu uns gelangen. Da die Luft wie alle gasförmigen Stoffe fast vollkommen diatherman ist, so können die Sonnenstrahlen mit Leichtigkeit durch sie dringen, ohne sie merklich zu erwärmen. Dadurch ist es auch erklärlich, weshalb die obersten Luftschichten, die ja zuerst von den Sonnenstrahlen getroffen werden, trotzdem viel kälter sind als die tiefer gelegenen. Die Strahlen durchdringen die Luft, ohne sie zu erwärmen; sobald sie aber auf die Erdoberfläche treffen, werden sie absorbirt, die Temperatur der Erdoberfläche steigt und erwärmt auch die zunächst anliegenden untersten Luftschichten. Durch Strömungen gelangt ein Theil der erwärmten Luft in höhere Regionen und erwärmt die dort befindliche Luft. Aber da die Erwärmung von unten aus erfolgt, ist es ohne weiteres klar, dass die Temperatur in höheren Schichten niedriger ist als in tieferen.

Auch das Verhalten des Thermometers an der Sonne, das zunächst ganz räthselhaft schien, erklärt sich nun auf die einfachste Weise. Solange dasselbe im Schatten hängt, zeigt es ganz ordnungsgemäss die Temperatur der umgebenden Luft an; es sind daher auch keinerlei Unregelmässigkeiten zu bemerken. Sobald jedoch die Sonnenstrahlen auf das Instrument fallen, treten ganz andere Verhältnisse ein. Das Thermometer mit seinem Queck-

*) Die kleinere Zahl gilt für die von einem schwach glühenden Kupferdraht (400° C.) ausgesandten Wärmestrahlen, während die grössere sich auf die von der Sonne ausgestrahlte Wärme bezieht.

silberinhalt ist natürlich nicht diatherman. Wie jeder athermane Körper wirft es einen Theil der auffallenden Wärmestrahlen zurück und absorbirt den andern. Durch die absorbirte Wärme erwärmt sich das Quecksilber, und das Thermometer fängt in Folge dessen zu steigen an. Wenn nun das Thermometer längere Zeit an der Sonne bleibt, so absorbirt es immer neue Wärmestrahlen; nach dem vorher Gesagten könnte man nun schliessen, dass das Thermometer immer höher steigen müsste und dass es überhaupt nie einen festen Stand erreichen könnte. Das würde auch unbedingt eintreten, wenn alle absorbirte Wärme im Thermometer bliebe. Dies ist jedoch durchaus nicht der Fall. Sobald sich das Instrument zu erwärmen beginnt, giebt es auch selbst wieder Wärme an seine Umgebung ab, und zwar (je nach den besonderen Umständen) durch Leitung, Strahlung und Luftströmungen. Je höher die Temperatur des Thermometers steigt, desto grösser werden auch diese Wärmeverluste. Endlich, wenn die Temperatur des Instrumentes eine gewisse Höhe erreicht hat, werden die Verluste so gross, dass die ganze absorbirte Wärmemenge sofort wieder an die Umgebung abgegeben wird. Von diesem Momente an kann die Temperatur des Thermometers nicht weiter steigen, es bleibt also auf der erreichten Höhe stehen. Diese feste Temperatur, die sich nach einiger Zeit einstellt, ist es, die wir als „Temperatur an der Sonne“ ablesen. Dass diese an verschiedenen Instrumenten ungleich hoch ist, erscheint nun nach dem soeben über ihr Zustandekommen Gesagten leicht begreiflich. Das mit Staub bedeckte Thermometer hat einen grösseren Absorptionscoefficienten für strahlende Wärme, einen noch weit grösseren das berusste. Daher muss das letztere an der Sonne eine höhere Temperatur zeigen als das Thermometer mit blanker Kugel, während das staubbedeckte in der Mitte zwischen beiden steht. Ganz genau ebenso erklärt sich der Einfluss, den die Farbe und Beschaffenheit des Scalabrettes, das Vorhandensein oder Fehlen von Metallhülsen um die Kugel ausüben. Alle diese Umstände ändern den Absorptionscoefficienten und bringen dadurch abweichende Angaben hervor.

Auch die Wärmeempfindung, die wir an der Sonne bemerken, ist natürlich nur durch die von unserem Körper absorbirte strahlende Wärme bedingt. Auch in diesem Falle werden wir die Wärme um so stärker empfinden, je grösser der Absorptionscoefficient unseres Körpers ist. Wie oben erwähnt, haben von allen Körpern die von schwarzer Farbe den grössten Absorptionscoefficienten, die von weisser Farbe den kleinsten. Wir werden daher in weissen oder überhaupt hellen Kleidern viel weniger von der strahlenden Wärme der Sonne verspüren, als in einem dunklen Anzuge. Dass man thatsächlich im Sommer die Farbe der Bekleidung meist heller wählt als im Winter, ist allgemein bekannt.

Aus dem Vorhergehenden haben wir erkannt, dass die Temperatur eines Körpers, der den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, von den verschiedensten Umständen, insbesondere von seinem Absorptionscoefficienten für Wärmestrahlen, abhängt. Daraus folgt, dass verschiedene Körper an der Sonne verschieden hohe Temperaturen annehmen, was wir auch an den drei Thermometern erkannt haben. Es ist also eigentlich ganz widersinnig, von einer „Temperatur an der Sonne“ zu reden, da dieselbe ja für jeden an der Sonne befindlichen Körper eine andere ist. Trotzdem hat sich die Vorstellung einer „Temperatur an der Sonne“ so eingebürgert, dass auch Leute, die in Folge ihrer physikalischen Bildung ganz gut wissen, dass von einer solchen nicht gesprochen werden kann, dennoch diese unrichtige Ausdrucksweise beibehalten wollen, um eine anschauliche, zahlenmässige Vorstellung für die Thatsache zu haben, dass wir an der Sonne mehr Wärme empfinden als im Schatten. Dies ist indessen durchaus kein Grund für die Beibehaltung jener falschen Ausdrucksweise. Auch wenn ein starker Wind weht, so empfinden wir bei der gleichen Temperatur eine viel intensivere Kälte als bei Windstille. Trotzdem lässt sich Niemand einfallen, zu sagen: Heute sind es so und so viel Grad an windstillen Orten und so und so viel im Wind. Man giebt in diesem Falle immer ganz einfach und richtig nur die Temperatur der Luft an und fügt besonders hinzu, ob ein starker Wind weht. Aus dieser Angabe weiss dann Jeder, dass er im Wind eine grössere Kälte verspüren wird, als der Angabe des Thermometers entspricht. Ganz ebenso ist es auch im Falle, dass die Sonne scheint: es genügt vollständig die Angabe der im Schatten gemessenen Lufttemperatur. Da Jeder aus Erfahrung weiss, wie intensiv die Sonnenstrahlung zu einer bestimmten Tages- und Jahreszeit ist, so kann er daraus leicht schliessen, wie gross das Wärmegefühl sein wird, das er an der Sonne empfinden würde. Die scheinbar genauere und objectivere Angabe des an die Sonne gehängten Thermometers ist durchaus kein richtiges Maass für dieses Wärmegefühl, da sie ja von den verschiedensten Nebenumständen abhängt und für jedes Thermometer anders ist.

Victor Quittner. [8501]

* * *

Wirkung des Sonnenlichtes auf elektrische Entladungen. Nach einer Mittheilung von Professor Garbasso in Turin erleichtert das Sonnenlicht das Ueberschlagen elektrischer Funken, wie dies in Uebereinstimmung mit dem Hertzschen Phänomen Professor Manuelli zuerst wahrgenommen hatte. Neue Versuche von Garbasso zeigten nunmehr, dass selbst das zerstreute Sonnenlicht eine beträchtliche Wirkung in diesem Sinne ausübt. Bei einem Versuche zählte er innerhalb 30 Secunden 24 Entladungen im Lichte, gegen 8,8 in der Dunkelheit, bei einem anderen betrugen die entsprechenden Zahlen 18,1 und 6,3. Die Funkenzahl zwischen den Polen vermehrte sich also im Lichte auf die dreifache Höhe, wobei die Beleuchtung, nachdem sie abgeschnitten war, noch eine kleine Nachwirkung hervorrief. Die Versuche wurden zuerst mit einer Linse und dann mit einem Hohlspiegel gemacht, um die Strahlen zu concentriren, und wenn der Strahlenkegel auf eine der Elektroden direct eingestellt wurde, konnte ein ununterbrochener Funkenstrom selbst bei Entfernungen, welche die Funken im Dunkeln nicht überschlugen, erzielt werden. Am stärksten war die Wirkung, wenn das Licht auf den negativen Pol concentrirt wurde. Diese Wirkung des Sonnenlichtes wurde beim Durchgang durch Bergkrystall oder isländischen Doppelspat nicht vermindert, aber schon durch wenige Glimmerplatten, eine dickere Glasplatte, durch eine Alaunauflösung von 4 cm Stärke oder dickere Wasserschichten völlig aufgehoben. Es lässt sich daraus schliessen, dass die von Manuelli beobachtete Wirkung nicht von der Gegenwart ultravioletter Strahlen, sondern vielmehr von einer Erwärmung der Elektroden abhängt. [8457]

* * *

Celluloid aus künstlichem Kampfer. Die älteren Versuche, den künstlichen Kampfer (Terebenthinchlorhydrat), der durch Einwirkung von Salzsäure auf Terpentinöl erhalten wird, anstatt des viel theureren natürlichen Kampfers zur Fabrikation des Celluloids anzuwenden, welches bekannt-

lich durch Auflösung von Schiessbaumwolle in alkoholischer Kampferlösung erhalten wird, waren sämmtlich fehlgeschlagen; das Product verlor bald seine zarte Transparenz, wurde brüchig und die zur Färbung benutzten Mineralfarben verloren ihren Glanz. Man erkannte allerdings bald, dass die Fehler durch Verunreinigungen des sogenannten künstlichen Kampfers hervorgerufen wurden, aber seine Reindarstellung wurde so kostspielig, dass seine Anwendung keinen Vortheil mehr darbot. Nunmehr hat der Chemiker Callemberg der Lanker Celluloidfabrik zu Lank am Rhein ein Verfahren zur Reindarstellung aufgefunden und patentirt erhalten, welches weniger kostspielig ist und in mancher Beziehung ein besseres Celluloid liefert, als der theurere Naturkampfer. Dieser in krystallklaren Massen erhaltene reine Kunstkampfer löst, wie Dr. Wertheimer von der Dynamitfabrik der Société française des Explosifs zu Cugny darlegt, auch solche nitrirte Baumwollen auf, die in der Naturkampferlösung sich nicht auflösen, und liefert ein sehr schönes haltbares Celluloid, aus welchem der Kampfer weniger schnell verdunstet als aus dem bisherigen und welches ausserdem den grossen Vorzug darbietet, nicht entzündbar oder explosiv zu sein, wenn eine bestimmte Menge Naphtalin hinzugefügt wird. Während der künstliche Kampfer nach Versuchen der eben genannten Fabrik sich ausgezeichnet zur Herstellung gewisser Dynamitpräparate eignet, wird er auffälligerweise durch Mischung in bestimmtem Verhältniss mit Naphtalin, einem sonst eben so brennbaren Stoffe, unentzündbar. K. [8467]

* * *

Das mongolische Wildpferd, *Equus Przevalskii*, welches zwar den Namen seines Entdeckers, des russischen Reisenden General Nicolai von Przewalskij, trägt, dessen Artberechtigung aber bisher von vielen Zoologen angezweifelt wurde, ist in neuester Zeit durch eine eigens von C. Hagenbeck entsandte Expedition in grösserer Anzahl nach Europa gebracht worden. Es ist von Professor Noack in Braunschweig genauer untersucht und in einer im *Zoologischen Anzeiger* veröffentlichten Arbeit nachdrücklich als besondere Art anerkannt worden. Das von den Mongolen Taka genannte Wildpferd kommt in der dsungarischen Steppe und im Osten der Oase Garchun, sowie bis zu 7500 Fuss Höhe auf den benachbarten Gebirgen in Herden bis zu tausend Stück, die von einem älteren Männchen geführt werden, vor. Unter den von Hagenbeck mitgebrachten Thieren konnte Noack drei Farbenrassen unterscheiden, eine helle graugelbliche aus der Steppe, eine helle gelbbraune von den niedrigeren Bergen und eine dunklere gelbbraune von den höheren Bergen. Die Farbe der Schnauze geht bei diesen drei Rassen von Weiss durch Hellgelb in Dunkelrostgelb über. Das mongolische Wildpferd ist nach Noack ebenso verschieden von den zahmen oder halbverwilderten mongolischen Pferden wie von dem Tarpan der Kirgisen-Steppen, einem Wildpferde, welches leider 1876 ausgestorben ist, ohne dass, wie es scheint, Skelette oder Häute desselben in irgend einem Museum vorhanden sind. E. Kr. [8466]

* * *

Grosse Segelschiffe der deutschen Handelsflotte. Nach dem „Nauticus“ waren am 1. April 1902 in der deutschen Handelsflotte nicht weniger als 236 Segelschiffe mit einem Brutto-Raumgehalt von 1000 Registertonnen und darüber vorhanden. Das mag Manchem in unserer Zeit des Dampfes einigermassen sinnwidrig erscheinen, ist es aber in der That nicht, denn der wirthschaftliche Erfolg ist darin ausschlaggebend, und dieser Erfolg ist vorhanden. Die Segelschiffe selbst sind billiger, als Dampfer gleicher Grösse, und fahren billiger, weil sie keine Kohlen gebrauchen. Wenn auch der Wind ein recht eigensinniger Diener ist, mit dem auf bestimmte Zeit nicht gerechnet werden darf, so ist er doch kostenlos, weshalb die Segelschiffe für Massenfracht, deren Lieferungsfrist weitere Zeitgrenzen verträgt, sich noch immer rentiren. Aber es scheint, dass die wirthschaftliche Frage sich auch bei ihnen in so fern geltend macht, als die Vortheile mit der Grösse der Segelschiffe und der Länge der Fahrt wachsen.

Obenan stehen zwei grosse Segler der Hamburger Rhederei F. Laeisz. Der grössere derselben ist die noch im Bau begriffene *Preussen* von über 5000 Registertonnen; sie wird ein Fünfmaster und das grösste Segelschiff der Welt sein. Das andere der beiden grossen Laeiszschen Schiffe ist der vielgenannte *Potosi*, ein Fünfmaster von 4026 Registertonnen. An dritter Stelle steht mit 3537 Registertonnen der Viermaster *Alsterdamm* der Hamburger Actien-Gesellschaft „Alster“. Im ganzen zählt die deutsche Handelsflotte 13 Segelschiffe mit über 3000 Registertonnen, von denen 11 in Hamburg und 2 in Bremen beheimatet sind. Ihnen folgt eine Gruppe von 46 Seglern, meist Viermastern, mit über 2000 Registertonnen; 20 derselben gehören Hamburger und 26 Bremer Firmen. In der Reihe dieser Schiffe befindet sich auch das Schulschiff des Norddeutschen Lloyd *Herzogin Sophie Charlotte* von 2581 Registertonnen. Die folgende Gruppe der grossen Segelschiffe, von 1000 bis 2000 Registertonnen, umfasst 177 Schiffe, von denen nur 47 nicht in Hamburg und Bremen domicilirenden Rhedern gehören; unter diesen befinden sich auch deutsche Firmen in Genua, Oporto und Lissabon. Zu der Schiffsgruppe von 1000 bis 2000 Tonnen gehört auch das 1260 Registertonnen grosse Schulschiff *Herzogin Elisabeth* des Deutschen Schulschiff-Vereins. st. [8481]

BÜCHERSCHAU.

Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaction vor.)

Stavenhagen, W. *Frankreichs Kartenwesen in geschichtlicher Entwickelung.* (Sonderabdruck aus „Mitth. d. K. K. Geogr. Gesellschaft in Wien“, 1902, Heft 7 u. 8.) gr. 8°. (40 S.) Wien, R. Lechner (Wilh. Müller), K. u. K. Hof- und Univ.-Buchh.

— — *Ueber flüchtige Wegstrecken-Aufnahmen.* (Sonderabdruck aus den „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens“, Jahrgang 1902, 10. Heft.) gr. 8°. (9 S.) Wien, Comm.-Verlag R. v. Waldheim.

Hoernes, Hermann. *Lenkbare Ballons.* Rückblicke und Aussichten. Mit 84 Figuren im Text, 6 lithographierten Tafeln und zahlreichen Tabellen. gr. 8°. (XII, 359 S.) Leipzig, Wilhelm Engelmann. Preis 15 M.

Blochmann, Rich. Herm. *Licht und Wärme.* Gemeinfasslich dargestellt. Mit 81 Abbildungen. gr. 8°. (VII, 272 S.) Leipzig, Carl Ernst Poeschel. Preis 3,80 M.

Erdmann, Gustav Adolf. *Unter der Flagge der Hamburg-Amerika-Linie.* (Sonderabdruck aus „Westermanns Illustrierten Deutschen Monatsheften“.) gr. 8°. (85 S. mit Chromotafeln und Abbildungen.) Braunschweig, George Westermann. Preis 1 M.